

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Трякина Н.Ю.

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ГОУ ОГУ,
г. Орск
nadiamtm@yandex.ru

В результате местного нагрева металла концентрированным источником теплоты в сварном соединении неизбежно появление в различных участках зоны термического влияния неоднородных структур, что может сопровождаться существенным изменением механических свойств металла и возникновением трещин. Заметное изменение свойств может происходить и при отсутствии видимых структурных изменений участков зоны термического влияния. Негативное влияние упомянутых выше факторов на сварную конструкцию не всегда удается минимизировать с помощью досварочных, а также выполняемых в процессе сварки мероприятий, т.е. подогревов и промежуточных отпусков. Поэтому во многих случаях прибегают к послесварочной обработке, которая обычно заключается в отпуске или других видах термической обработки сварных конструкций.

Одним из способов энергосберегающей технологии послесварочной обработки является пластическое деформирование, например, проковка сварных соединений бойковым инструментом металла шва.

В работе проводилась оценка формирования структурно-механической неоднородности однородных и разнородных сварных соединений в процессе сварки и послесварочной обработки.

В качестве исследуемых объектов были выбраны однородные сварные соединения стали перлитного класса 09Г2С – 09Г2С и аустенитного класса 12Х18Н10Т – 12Х18Н10Т, а также их сочетание 09Г2С – 12Х18Н10Т.

Послесварочная обработка заключалась в проковке шва в процессе его охлаждения после кристаллизации. Температура металла шва должна быть не ниже 1000 °С во избежание образования трещин при проковке. Деформации подвергали только второй и третий слои наплавленного металла.

Для сварных соединений стали 09Г2С без обработки металла шва характерно образование грубоигольчатой бейнитной структуры с небольшим количеством феррита. Металл шва характеризуется формированием структуры видманштеттова феррита и грубоигольчатого бейнита на периферии шва и зернистого феррита и бейнита в центре шва.

Т.к. металл швов сварного соединения стали 12Х18Н10Т имеет в своем составе как ферритообразующие, так и аустенитообразующие легирующие элементы, то для точного определения их фазового состава использовали диаграмму Шеффлера, учитывающую эквивалент хрома и никеля. Из расчетов было определено, что наличие высокого содержания хрома способствовало появлению в структуре δ -феррита (около 10 % - в металле электрода ОЗЛ-6 и почти 20 % - в металле электрода ЦЛ-11). Полученные расчетом значения содержания δ -феррита подтверждены полученными структурами.

Структура металла шва стали 12Х18Н10Т получил при сварке сложное строение – сохранилась первичная структура, образовавшаяся при кристаллизации. На участке, непосредственно примыкающем к зоне сплавления образовались очень мелкие зерна аустенита, от которых начинали рост столбчатые кристаллы. В центральной части шва металл приобрел преимущественно равноосную структуру. Для всех этих зон характерно наличие участков δ -феррита в междендритных пространствах.

Сварное соединение 09Г2С–12Х18Н10Т характеризуется значительной неоднородностью структуры по сечению. В металле шва образовались развитые столбчатые кристаллы аустенита высокой дисперсности с расположенными между их ветвями участками высокотемпературного феррита. Кроме того, при кристаллизации такие участки обогащаются легкоплавкими примесями серы и фосфора.

Для устранения указанные недостатки литой структуры шва проводили проковку металла в горячем состоянии после сварки.

В зоне термического влияния сварного соединения стали 09Г2С вследствие деформационного воздействия структура получила более мелкоигольчатое строение бейнита с мелкими зернами феррита. В околошовной зоне структура измельчилась еще больше и в металле шва сформировалась тонкоигольчатая структура с тонкой разорванной сеткой феррита по границам.

В металле шва, как на периферии, так и в центральной части, образовалась мелкозернистая феррито-аустенитная смесь с незначительной ориентировкой вдоль направления деформации. Столбчатые кристаллы отсутствуют.

Аналогичные изменения произошли и в металле разнородного сварного соединения 09Г2С – 12Х18Н10Т. В металле шва структура мелкозернистая, равноосная, аустенито-ферритная. В зоне сплавления со стороны стали 09Г2С образовалась тонкая прослойка мелких зерен аустенита.

Таким образом, во всех случаях, как в однородных, так и в разнородных сварных соединениях исследуемых сталей в металле шва произошло измельчение структуры и исчезновение грубых кристаллитов:

- в металле шва перлитной стали сформировалась мелкоигольчатая структура бейнита с тонкими кристаллами феррита.

- в металле шва аустенитной стали отсутствуют столбчатые кристаллы, структура равноосная аустенито-ферритная по всему сечению, без явно выраженной зональности шва по сечению (*разница в структурах на краю шва вблизи зоны сплавления и в центре шва*).

- в металле шва разнородного сварного соединения перлитной и аустенитной стали литая дендритная структура полностью разбилась и образовалась также равноосная мелкозернистая структура.

Для выявления влияния послесварочной обработки на механические характеристики металла исследуемых сварных соединений замеряли твердость по сечению, а также определяли ударную вязкость в различных зонах (в основном металле, зоне термического влияния и металле шва). Замеры показали, что однородные и разнородные сварные соединения стали 09Г2С характеризуются значительной неоднородностью в распределении твердости вследствие образования в зоне термического влияния закалочной бейнитной структуры. Проковка швов обеспечила повышение твердости во всех исследованных сварных соединениях.

Наличие грубой бейнито-ферритной структуры в перлитной стали и феррита в структуре аустенитных швов обусловило снижение ударной вязкости в зоне термического влияния и металле шва по сравнению с основным металлом.

Получение мелкозернистой структуры металла шва позволило повысить его ударную вязкость по сравнению с состоянием без пластического деформирования.